



71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE
74 Vertreter:
Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker, 70188
Stuttgart

72 Erfinder:
Funk, Karsten, 70195 Stuttgart, DE; Lærmer, Franz,
Dr., 70437 Stuttgart, DE; Elsner, Bernhard, 70806
Kornwestheim, DE; Frey, Wilhelm, Dr., 70178
Stuttgart, DE

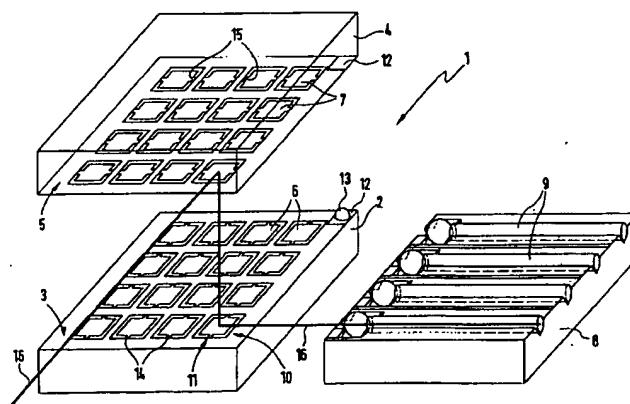
56 Entgegenhaltungen:
DE 2 96 18 818 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern

57 Es ist eine Einrichtung (1) zur Kopplung von Glasfasern (9) beschrieben, die mit einer Mehrzahl (m) von einlaufenden Glasfasern (9) und mit einer Mehrzahl (n) von auslaufenden Glasfasern versehen ist. Jede der einlaufenden Glasfasern (9) ist mit jeder der auslaufenden Glasfasern koppelbar. Es sind eine Vielzahl (m x n) von Spiegeln (6, 7) vorgesehen, die in einer der einlaufenden Glasfasern (9) zugeordneten Einkoppelebene (3) und einer dazu insbesondere parallelen, den auslaufenden Glasfasern zugeordneten Auskoppelebene (5) angeordnet sind. Des weiteren sind die Spiegel (6, 7) in der Einkoppelebene (3) und in der Auskoppelebene (5) in den einlaufenden und den auslaufenden Glasfasern (9) entsprechenden Reihen (10) und Spalten (11) angeordnet. Des weiteren sind die Spiegel (6, 7) jeweils um eine in der Einkoppelebene (3) bzw. in der Auskoppelebene (5) liegende und zu den einlaufenden bzw. den auslaufenden Glasfasern (9) etwa rechtwinkligen Schwenkachse (14, 15) schwenkbar.



Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern, mit einer Mehrzahl von einlaufenden Glasfasern und mit einer Mehrzahl von auslaufenden Glasfasern, wobei jede der einlaufenden Glasfasern mit jeder der auslaufenden Glasfasern koppelbar ist.

Bei einer derartigen Einrichtung handelt es sich um ein sogenanntes Crossconnect-Element. Dieses stellt einen komplexen Schalter dar, an den zwei Gruppen von Glasfasern angeschlossen werden können. Mit Hilfe des Schalters ist es möglich, jede Glasfaser der einen Gruppe mit jeder Glasfaser der anderen Gruppe zu verbinden.

Bekannte Crossconnect-Elemente sind beispielsweise als digitale optische Schalter oder als thermooptische Schalter ausgeführt. Diese bekannten Schalter haben jedoch den Nachteil, daß bei ihnen ein unerwünschtes Übersprechen von einer Glasfaser auf andere Glasfasern erfolgt. Dieses Übersprechen ist gleichzeitig mit Signalverlusten verbunden.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern zu schaffen, die eine möglichst hohe Übersprechdämpfung bei möglichst geringen Signalverlusten aufweist.

Diese Aufgabe wird bei einer Einrichtung der eingangs genannten Art durch die Erfindung dadurch gelöst, daß eine Vielzahl von Spiegeln vorgesehen ist, die in einer den einlaufenden Glasfasern zugeordneten Einkoppelebene und einer dazu insbesondere parallelen, den auslaufenden Glasfasern zugeordneten Auskoppelebene angeordnet sind, die in der Einkoppelebene und in der Auskoppelebene in den einlaufenden und den auslaufenden Glasfasern entsprechenden Reihen und Spalten angeordnet sind, und die jeweils eine in der Einkoppelebene bzw. in der Auskoppelebene liegende und zu den einlaufenden bzw. den auslaufenden Glasfasern etwa rechtwinkligen Achse schwenkbar sind.

Die Spiegel sind also in zwei Ebenen schwenkbar angeordnet. Ist einer der Spiegel aus seiner Ebene heraus ausgelenkt, so wird ein Strahl, der von einer einlaufenden Glasfaser herrührt und nahe der Oberfläche der Ebene verläuft, von diesem ersten Spiegel umgelenkt. Bei einer entsprechenden Auslenkung des ersten Spiegels bzw. bei einer entsprechenden Anordnung der zweiten Ebene gelangt der Strahl dann von dem ersten Spiegel zu einem zweiten Spiegel in der zweiten Ebene. Dieser zweite Spiegel ist wiederum aus der zweiten Ebene ausgelenkt. Dies hat zur Folge, daß der Strahl von dem zweiten Spiegel erneut umgelenkt wird. Dieser erneut umgelenkte Strahl gelangt dann zu einer der auslaufenden Glasfasern. Insgesamt wird der Strahl also durch eine zweifache Umlenkung von einer der einlaufenden Glasfasern zu einer der auslaufenden Glasfasern geführt.

In den beiden Ebenen sind eine Vielzahl von Spiegeln in Reihen und Spalten angeordnet. Durch die Auswahl derjenigen Spiegel, die aus der Ebene ausgelenkt werden, ist es möglich, jede der einlaufenden Glasfasern mit jeder der auslaufenden Glasfasern zu verbinden. Es entsteht somit ein Crossconnect-Element aus einer Vielzahl von Spiegeln.

Der wesentliche Vorteil der beschriebenen Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern besteht darin, daß bei der Umlenkung des Strahls durch die Spiegel nahezu keine Signalverluste und auch nahezu kein Übersprechen entstehen.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jeder der Spiegel von einer elektrischen Schaltung ansteuerbar, und es ist jeder der Spiegel bei einer Ansteuerung insbesondere um 45° schwenkbar.

Jedem Spiegel ist also eine elektrische Schaltung zuge-

ordnet. Wird eine dieser elektrischen Schaltungen angesteuert, so hat dies zur Folge, daß der zugehörige Spiegel aus der Ebene ausgelenkt wird. Vorzugsweise erfolgt dabei eine Auslenkung um etwa 45° . Ein Strahl, der in der Nähe der Oberfläche der zugehörigen Ebene verläuft, trifft dadurch auf den Spiegel auf und wird um etwa 90° umgelenkt. Der Strahl wird also durch den ausgelenkten Spiegel etwa senkrecht von der zugehörigen Ebene abgestrahlt. In der zweiten Ebene trifft dann der Strahl auf einen ebenfalls um etwa 45° ausgelenkten Spiegel auf. Dies hat zur Folge, daß der Strahl erneut um etwa 90° umgelenkt wird. Er verläuft damit nach der Umlenkung etwa parallel zur zweiten Ebene und nahe zu deren Oberfläche. Insgesamt ergibt sich daraus eine Umlenkung um etwa 90° bei jedem der beiden Spiegel. Der einlaufende und der auslaufende Strahl verlaufen somit in zueinander parallelen Ebenen, weisen jedoch aufgrund der Umlenkungen unterschiedliche Richtungen auf.

Der Vorteil der Ansteuerung mit Hilfe der elektrischen Schaltung besteht darin, daß auf diese Weise jeder der Spiegel sehr schnell angesteuert und aus der Ebene ausgelenkt werden kann. Damit ist es möglich, die auf den einlaufenden Glasfasern ankommenden Strahlen schnell auf verschiedene auslaufende Glasfasern umzuschalten. Durch die Auslenkung der Spiegel um insbesondere etwa 45° wird eine Vereinfachung des Aufbaus der gesamten Einrichtung erreicht. Dies macht sich insbesondere bei der Herstellung der Einrichtung vorteilhaft bemerkbar.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Spiegel der Einkoppelebene etwa senkrecht über den Spiegeln der Auskoppelebene angeordnet. Auf diese Weise wird eine weitere Vereinfachung der Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern erreicht. Die beiden Ebenen werden etwa parallel zueinander angeordnet, wobei senkrecht über jedem Spiegel der einen Ebene einer der Spiegel der anderen Ebene angeordnet ist. Es entsteht somit insgesamt eine symmetrische Anordnung, die insbesondere auch bei der Herstellung Vorteile aufweist.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn zwei senkrecht übereinander angeordnete Spiegel gemeinsam ansteuerbar sind. Auf diese Weise wird die Ansteuerlogik, mit der die Vielzahl der elektrischen Schaltungen angesteuert werden, vereinfacht. Die Ansteuerlogik muß nicht in der Lage sein, jeden der Spiegel einzeln ausulenken, sondern es genügt, wenn immer zwei senkrecht übereinander angeordnete Spiegel der beiden Ebenen miteinander gekoppelt und damit gemeinsam ansteuerbar sind.

Bei einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist jeder der Spiegel durch mikromechanische Verfahren hergestellt. Dies stellt eine besonders zweckmäßige Art und Weise dar, die Vielzahl der Spiegel in den beiden Ebenen möglichst effektiv herzustellen.

Besonders zweckmäßig ist es, wenn die Substrate Silizium enthalten, und wenn die Spiegel aus den Substraten herausgearbeitet sind. In diesem Fall ist die gesamte Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern in einer sogenannten Silizium-Mikromechanik ausgeführt.

Ebenfalls besonders vorteilhaft ist es, wenn die Spiegel galvanisch auf den Substraten aufgebaut sind. In diesem Fall ist die gesamte Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern in einer sogenannten additiven Mikrogalvanik ausgeführt.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Substrate der Einkoppelebene und der Auskoppelebene beabstandet aufeinander aufgebracht. Dabei ist es besonders zweckmäßig, wenn zur Justierung der beiden Ebenen beispielsweise einander gegenüberstehende Ausnehmungen in den Ebenen vorgesehen sind, in denen bei korrekter Anordnung Glaskugeln einrasten.

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vor-

teile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in den Figuren der Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung.

Fig. 1 zeigt eine schematische Perspektivdarstellung eines Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Einrichtung zur Kopplung von Glasfasern;

Fig. 2 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines einzelnen Spiegels der Einrichtung der Fig. 1; und

Fig. 3 zeigt einen schematischen Querschnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines einzelnen Spiegels der Einrichtung der Fig. 1.

In der Fig. 1 ist ein Koppler 1 dargestellt, der ein erstes Substrat 2 mit einer Einkoppelebene 3 und ein zweites Substrat 4 mit einer Auskoppelebene 5 aufweist. In der Einkoppelebene 3 sind innerhalb des ersten Substrats 2 eine Vielzahl von Spiegeln 6 angeordnet. Entsprechend sind in der Auskoppelebene 5 innerhalb des Substrats 4 eine Vielzahl von Spiegeln 7 angeordnet.

Dem ersten Substrat 2 ist ein Substrat 8 zugeordnet, das mit einer Mehrzahl in von einlaufenden Glasfasern 9 versehen ist. Im vorliegenden Fall der Fig. 1 sind vier Glasfasern 9 vorgesehen, so daß $m = 4$ ist. Die Glasfasern 9 sind parallel zueinander angeordnet und weisen denselben Abstand zueinander auf. Des weiteren liegen die Glasfasern 9 in der Einkoppelebene 3.

Die Spiegel 6 des ersten Substrats 2 sind in Reihen 10 und Spalten 11 angeordnet. Die Anzahl der Reihen 10 entspricht der Anzahl der Glasfasern 9 und ist damit $m = 4$. Die Anzahl der Spalten 11 entspricht der Anzahl von nachfolgend noch erläuterten auslaufenden Glasfasern und ist in der Fig. 1 mit $n = 4$ vorgegeben. Die Spiegel 6 des ersten Substrats 2 bilden ein Netz bzw. eine Matrix, bei der die Reihen 10 und die Spalten 11 rechtwinklig zueinander angeordnet sind, und bei der die Spiegel 6 gleiche Abstände zueinander aufweisen.

Die in der Auskoppelebene 5 des zweiten Substrats 4 liegenden Spiegel 7 sind auf die gleiche Art und Weise angeordnet wie die in der Einkoppelebene 3 des ersten Substrats 2 liegenden Spiegel 6. Dabei ist die Auskoppelebene 5 etwa parallel und mit Abstand zur Einkoppelebene 3 angeordnet, so daß auch sämtliche Spiegel 7 etwa parallel zu den Spiegeln 6 angeordnet sind. Aufgrund des Abstands der Auskoppelebene 5 von der Einkoppelebene 3 weisen auch die Spiegel 7 einen Abstand von den Spiegeln 6 auf.

Mit Hilfe von Justiereinrichtungen, beispielsweise mit Hilfe von Ausnehmungen 12 in dem ersten Substrat 2 und dem zweiten Substrat 4, werden die beiden Substrate 2, 4 zueinander justiert. Zu diesem Zweck wird beispielsweise eine Glaskugel 13 in die Ausnehmungen 12 eingelegt, so daß danach das erste Substrat 2 und das zweite Substrat 4 exakt zueinander ausgerichtet sind. Das erste Substrat 2 und das zweite Substrat 4 sind dann derart übereinander angeordnet, daß immer ein Spiegel 7 des zweiten Substrats 4 senkrecht über einem Spiegel 6 des ersten Substrats 2 steht.

Dem zweiten Substrat 4 ist ein nicht dargestelltes weiteres Substrat zugeordnet, auf dem die bereits erwähnten auslaufenden Glasfasern angeordnet sind. Dieses weitere Substrat und damit die auslaufenden Glasfasern sind in der Fig. 1 im Vordergrund vor dem zweiten Substrat 4 angeordnet. Die auslaufenden Glasfasern sind dabei parallel zueinander angeordnet und liegen in der Auskoppelebene 5. Die Anzahl der auslaufenden Glasfasern entspricht der Anzahl der Spal-

ten 11 und ist somit in der Fig. 1 $n = 4$.

Sämtliche Spiegel 6, 7 der beiden Substrate 2, 4 sind schwenkbar ausgestaltet. Die Schwenkachse 14 der Spiegel 6 liegt in der Einkoppelebene 3 und ist quer zu den einlaufenden Glasfasern 9 angeordnet. Die Schwenkachse 15 der Spiegel 7 liegt in der Auskoppelebene 5 und ist quer zu den auslaufenden Glasfasern angeordnet.

Jeder der Spiegel 6, 7 der beiden Substrate 2, 4 ist mit Hilfe einer elektrischen Schaltung ansteuerbar und wird bei einer Ansteuerung durch die elektrische Schaltung um etwa 45° ausgelenkt. Durch eine voneinander unabhängige Ansteuerung der Spiegel 6, 7 der Ein- und Auskoppelebene 3, 5 oder durch eine gemeinsame Ansteuerung von zwei senkrecht übereinander angeordneten Spiegeln 6, 7 der Ein- und der Auskoppelebene 3, 5 werden immer jeweils ein Spiegel 6 und ein Spiegel 7 gleichzeitig um 45° ausgelenkt.

Durchläuft ein Lichtstrahl 16 eine der einlaufenden Glasfasern 9, wie dies in der Fig. 1 dargestellt ist, so trifft er auf denjenigen Spiegel 6 der zugehörigen Reihe 10 auf, der um 45° ausgelenkt ist. Über diejenigen Spiegel 6 derselben Reihe 10, die nicht ausgelenkt sind, bewegt sich der Lichtstrahl 16 oberflächennah hinweg.

Durch den um 45° ausgelenkten Spiegel 6 wird der Lichtstrahl 16 um 90° in Richtung zu dem zweiten Substrat 4 umgelenkt. Da senkrecht über jedem der Spiegel 6 des ersten Substrats 2 ein Spiegel 7 des zweiten Substrats 4 angeordnet ist, gelangt der Lichtstrahl 16 nunmehr zu dem darüber liegenden Spiegel 7 des zweiten Substrats 4. Dieser Spiegel 7 ist aufgrund der gemeinsamen Ansteuerung ebenfalls um 45° ausgelenkt. Dies hat zur Folge, daß der Lichtstrahl 16 erneut um 90° umgelenkt wird. Der Lichtstrahl 16 bewegt sich nunmehr oberflächennah in den Vordergrund der Fig. 1, wo – wie bereits erläutert – die auslaufenden Glasfasern angeordnet sind.

In der Fig. 1 ist der erste der Spiegel 6 der Reihe 10 um 45° ausgelenkt, so daß der Lichtstrahl zu dem vordersten der vier auslaufenden Glasfasern gelangt. Wäre dieser erste Spiegel 6 nicht ausgelenkt, und wäre statt dessen beispielsweise der dritte Spiegel 6 der Reihe 10 ausgelenkt, so hätte dies zur Folge, daß der Lichtstrahl zu der dritten auslaufenden Glasfaser gelangen würde. Es ist somit möglich, daß der Lichtstrahl aus der einlaufenden Glasfaser 9 zu jeder der auslaufenden Glasfasern hingeführt werden kann. Entsprechendes gilt nicht nur für diejenige einlaufende Glasfaser 9, durch die in der Fig. 1 ein Lichtstrahl hindurchgeführt ist, sondern ebenfalls für die anderen einlaufenden Glasfasern 9.

Insgesamt ist es damit möglich, daß ein Lichtstrahl von jeder der einlaufenden Glasfasern 9 über die Spiegel 6, 7 zu jeder der auslaufenden Glasfasern hingeführt werden kann. Hierzu ist es erforderlich, daß immer zwei senkrecht übereinander angeordnete Spiegel 6, 7 angesteuert und um 45° ausgelenkt werden. Die Auswahl, welche Spiegel angesteuert und ausgelenkt werden, ergibt sich dabei aus dem Schnittpunkt der einlaufenden Glasfaser 9 und der auslaufenden Glasfaser.

Die Spiegel 6, 7 des ersten und des zweiten Substrats 2, 4 werden durch mikromechanische Verfahren hergestellt. Bei dem in der Fig. 1 dargestellten Koppler 1 handelt es sich somit um einen mikromechanischen $m \times n$ Mikrospiegel-Glasfaserkoppler.

In der Fig. 2 ist ein Spiegel 17 dargestellt, der in Siliziumtechnik ausgeführt ist. Auf einem Substrat 18 ist beispielsweise ein Oxid 19 eingebracht, in dem beispielsweise ein Anschluß 20 aus Polysilizium eingebracht ist. Der Anschluß 20 ist mit der bereits erwähnten elektrischen Schaltung verbunden und dient dazu, den Spiegel 17 aus einer Ruhelage in eine ausgelenkte Position zu schwenken.

Auf das Substrat 18 ist ein Substrat 21 aufgebracht, aus

dem der Spiegel 17 durch entsprechende Verfahrensschritte herausgearbeitet ist. Der Spiegel 17 ist über die Schwenkachse 22 mit dem Substrat 21 verbunden.

In der Ruhelage des Spiegels 17 ist dieser parallel zur Oberfläche des Substrats 21 angeordnet. In der ausgelenkten Position des Spiegels 17 ist dieser etwa um 45° geneigt. Die Oberfläche des Spiegels 17 ist mit einem metallischen spiegelnden Material versehen. Wird der Anschluß 20 über die elektrische Schaltung angesteuert, so hat dies zur Folge, daß dieser in Richtung des Anschlusses 20 angezogen und damit um die Schwenkachse 22 geschwenkt wird. Ohne eine Ansteuerung wird der Spiegel 17 immer in seine Ruhelage zurückgestellt.

In der Fig. 3 ist ein Spiegel 23 dargestellt, der in additiver Mikrogalvanik ausgeführt ist. Zu diesem Zweck ist auf einem Substrat 24 zuerst beispielsweise ein Oxid 25 und dann beispielsweise eine Aluminium-Metallisierung 26 aufgebracht. Des weiteren ist auf dem Oxid 25 ein Anschluß 27 aufgebracht. Die Aluminium-Metallisierung 26 und der Anschluß 27 können von dem Oxid 25 auch noch abgedeckt sein.

Auf die Aluminium-Metallisierung 26 ist der Spiegel 23 beispielsweise aus galvanisch abgeschiedenem Nickel aufgebaut. Zu diesem Zweck ist ein Träger 28 aufgebaut, der etwa senkrecht von dem Substrat 24 absteht, und der die Schwenkachse 29 des Spiegels 23 bildet. Darauf ist der Spiegel 23 angeordnet.

In der Ruhelage des Spiegels 23 ist dieser parallel zur Oberfläche des Substrats 24 angeordnet. In der ausgelenkten Position des Spiegels 23 ist dieser etwa um 45° geneigt. Der Spiegel 23 kann aus einem metallisch spiegelnden Material bestehen. Wird der Anschluß 27 über die elektrische Schaltung angesteuert, so hat dies zur Folge, daß der Spiegel 23 in Richtung des Anschlusses 27 angezogen und damit um die Schwenkachse 29 geschwenkt wird. Ohne eine Ansteuerung wird der Spiegel 23 immer in seine Ruhelage zurückgestellt.

Patentansprüche

1. Einrichtung (1) zur Kopplung von Glasfasern (9), mit einer Mehrzahl (in) von einlaufenden Glasfasern (9) und mit einer Mehrzahl (n) von auslaufenden Glasfasern, wobei jede der einlaufenden Glasfasern (9) mit jeder der auslaufenden Glasfasern koppelbar ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Vielzahl (m × n) von Spiegeln (6, 7) vorgesehen ist, die in einer den einlaufenden Glasfasern (9) zugeordneten Einkoppelebene (3) und einer dazu insbesondere parallelen, den auslaufenden Glasfasern zugeordneten Auskoppelebene (5) angeordnet sind, die in der Einkoppelebene (3) und in der Auskoppelebene (5) in den einlaufenden und den auslaufenden Glasfasern (9) entsprechenden Reihen (10) und Spalten (11) angeordnet sind, und die jeweils um eine in der Einkoppelebene (3) bzw. in der Auskoppelebene (5) liegende und zu den einlaufenden bzw. den auslaufenden Glasfasern (9) etwa rechtwinkligen Schwenkachse (14, 15) schwenkbar sind.
2. Einrichtung (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Spiegel (6, 7) von einer elektrischen Schaltung ansteuerbar ist, und daß jeder der Spiegel (6, 7) bei einer Ansteuerung insbesondere um 45 Grad schwenkbar ist.
3. Einrichtung (1) nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Spiegel (6, 7) unabhängig von den anderen Spiegeln (6, 7) ansteuerbar ist.
4. Einrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegel (6) der Einkoppelebene (3) etwa senkrecht über den Spie-

geln (7) der Auskoppelebene (5) angeordnet sind.

5. Einrichtung (1) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß zwei etwa senkrecht übereinander angeordnete Spiegel (6, 7) gemeinsam ansteuerbar sind.

6. Einrichtung (1) nach einem der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der Spiegel (6, 7) durch mikromechanische Verfahren hergestellt ist.

7. Einrichtung (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegel (6) der Einkoppelebene (3) und die Spiegel (7) der Auskoppelebene (5) jeweils auf einem gemeinsamen Substrat (2, 4) oder dergleichen aufgebracht sind.

8. Einrichtung (1) nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrate (2, 4) Silizium enthalten, und daß die Spiegel (6, 7, 17) aus den Substraten (2, 4) herausgearbeitet sind.

9. Einrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spiegel (6, 7, 23) galvanisch auf den Substraten (2, 4) aufgebaut sind.

10. Einrichtung (1) nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrate (2, 4) der Einkoppelebene (3) und der Auskoppelebene (5) beabstandet aufeinander aufgebracht sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

